

ELECTRIC VEHICLE CONTROL DEVICE

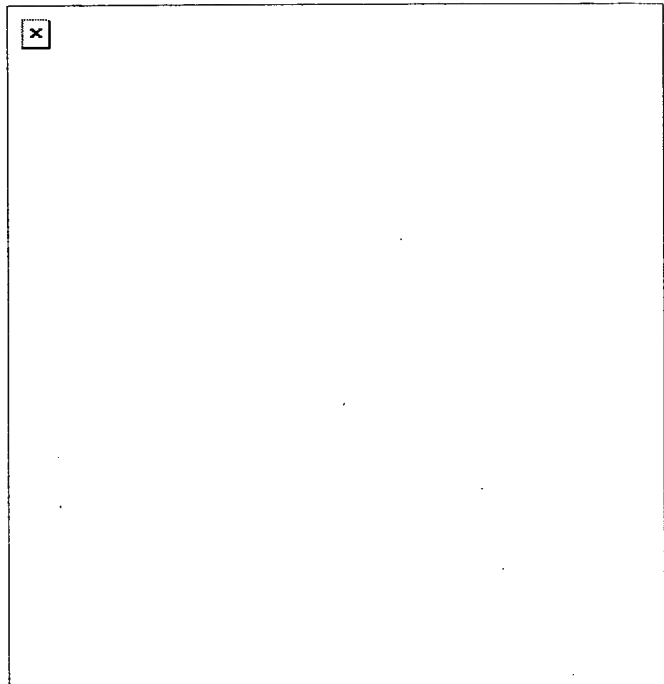
Patent number: JP9191506
Publication date: 1997-07-22
Inventor: SUGITA YOSHINORI; MARUYAMA SHUJI
Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD
Classification:
- international: B60L15/00; B60L3/00; G01R31/36; H01M10/48;
H02J7/00; H02P5/41
- european:
Application number: JP19960003316 19960111
Priority number(s):

Abstract of JP9191506

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a driver recognize the coming of time for battery recharge by making dull acceleration characteristics through accelerator pedaling at the time of starting.

SOLUTION: Motor driving is controlled so that the maximum output torque of a motor may be calculated according to accelerator opening and vehicle speed, and the output torque of the motor may meet the maximum output torque. The response speed of torque control which changes the output torque of the motor meeting the maximum output torque which changes according to accelerator pedaling or release is set to a prescribed value. Potential output power is limited if the quantity of battery state changes more than a standard.

Therefore, battery state determining means 25, 26 discriminate the change and make such an adjustment as torque control response speed adjustment means 36-38 delays the response speed of torque control to a torque command meeting more changes in the quantity of battery state than the standard.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(11)特許出願公開番号

特開平9-191506

(43)公開日 平成9年(1997)7月22日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L	15/00		B 6 0 L 15/00	J
	3/00		3/00	N
G 0 1 R	31/36		G 0 1 R 31/36	A
H 0 1 M	10/48		H 0 1 M 10/48	P
H 0 2 J	7/00		H 0 2 J 7/00	X
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)				最終頁に続く

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-3316

(22)出願日 平成8年(1996)1月11日

(71)出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 杉田 亨徳
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 丸山 修司
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

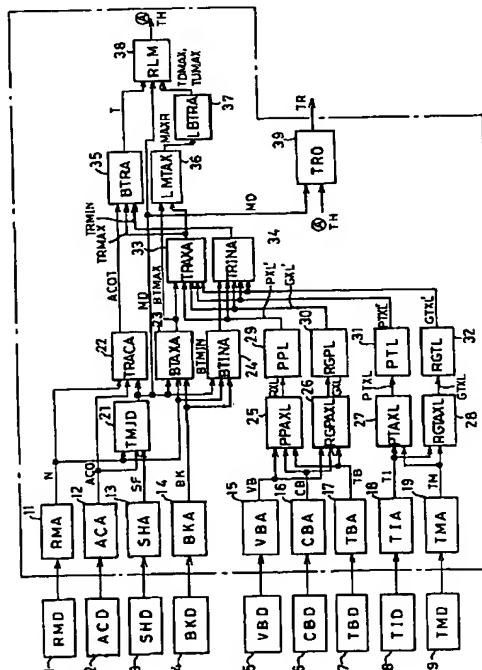
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外8名)

(54) 【発明の名称】 電気自動車制御装置

(57) 【要約】

【課題】 発進時のアクセル踏み込みによる加速性能を鈍くすることによってバッテリーの再充電時期の到来をドライバーに体感させる。

【解決手段】 通常走行状態では、アクセル開度と車速とに応じてモータの最大出力トルクを演算し、モータの出力トルクをこの最大出力トルクに一致するようにモータを駆動制御する。そしてアクセルの踏み込み、緩めにに応じて変化する最大出力トルクに対応してモータの出力トルクを変化させるトルク制御の応答速度は規定値にしておく。いま、バッテリ状態量が基準よりも大きく変化したときには可能出力電力が制限される。そこで、バッテリ状態判断手段25、26にこの変化を判断させ、そのバッテリ状態量の基準以上の変化に対応して、トルク制御応答速度調整手段36～38がトルク指令に対するトルク制御の応答速度を遅らせる調整を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アクセル開度を検出するアクセル開度検出手段と、
車速を検出する車速検出手段と、
前記アクセル開度検出手段が検出するアクセル開度と前記車速検出手段が検出する車速とに応じてモータの最大出力トルクを演算する最大出力トルク演算手段と、
前記最大出力トルク演算手段が算出する最大出力トルクで前記モータを駆動するトルク制御手段と、
バッテリー状態量を検出するバッテリー状態量検出手段と、
前記バッテリー状態量検出手段が検出するバッテリー状態量に基づいてバッテリー状態を判断するバッテリー状態判断手段と、
前記トルク制御手段のトルク制御の応答速度を、前記バッテリー状態判断手段が判断するバッテリー状態に対応して変化させるトルク制御応答速度調整手段とを備えて成る電気自動車制御装置。

【請求項2】 前記トルク制御応答速度調整手段が、前記アクセル開度が増加した時に前記トルク制御の応答速度を遅くし、前記アクセル開度が減少した時に前記トルク制御の応答速度を所定値のままにすることを特徴とする請求項1記載の電気自動車制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電気自動車制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電気自動車では、バッテリーの電力でモータを回転駆動させるが、モータ駆動力制御、つまりトルク制御は通常の内燃機関を備えた自動車と操作感を同様のものとするためにアクセルペダルの踏み込みによってトルク指令値を現在値よりも増加させ、逆にアクセルペダルを緩めることによってトルク指令値を現在値よりも減少させ、このトルク指令値に応じてモータ回転トルクを制御することにより加減速を行う制御機構を採用している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような従来の電気車制御装置では、次のような問題点があった。一般に車載用バッテリーでは満充電状態としばらく使用して放電が進んだ状態とでは駆動モータに使用できる可能出力電力が減少してくる性質があり、また満充電状態近くではモータからの回生電力の可能入力電力も減少してくる性質があり、特に放電が進んで可能出力電力が減少している状態では、停止状態からある巡航速度まではアクセルの踏み込みによってそれまでと変わらない初期加速性能が得られるが、その後、巡航速度で走行していて急加速が必要になったときにアクセルを深く踏込んで、バッテリーの可能出力電力が減少しているために満充電状態のときのような応答性の良い加速ができず、ノロ

ノロとしか加速できなくなる。

【0004】ドライバは可能出力電力が低下していることをバッテリー残存容量計を見て予測することができ、またリミッタが働いていることを表示ランプの点灯によっても容易に認識することができるのであるが、通常の運転操作ではそれが発生するまでドライバには体感できない現象であるので看過しがちであり、発生してはじめて気づく場合も多い。

【0005】本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、バッテリーの可能出力電力の低下を初期発進操作時にドライバに体感させるようにしてバッテリーの再充電が必要な時期の到来を確実に認識させることができる電気自動車制御装置を提供することを目的とする。

【0006】なお、電気自動車制御装置として特開平6-90507号公報には、モータコイルの冷却油の過熱を避けるために冷却油の温度を監視し、所定値以上になれば温度条件によって最大トルク出力に対して制限をかける発明が開示されている。この場合、トルク制限がかかるとドライバがアクセルを深く踏込んでもそれまでのような加速性能が得られなくなるが、発進時のようにモータ回転数が低い状態ではトルク制限がかかることがなく、発進初期のアクセル踏み込み操作でバッテリー状態量の変化を体感させるという本発明とは技術的思想を異にしている。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の電気自動車制御装置は、アクセル開度を検出するアクセル開度検出手段と、車速を検出する車速検出手段と、前記アクセル開度検出手段が検出するアクセル開度と前記車速検出手段が検出する車速とに応じてモータの最大出力トルクを演算する最大出力トルク演算手段と、前記最大出力トルク演算手段が算出する最大出力トルクで前記モータを駆動するトルク制御手段と、バッテリー状態量を検出するバッテリー状態量検出手段と、前記バッテリー状態量検出手段が検出するバッテリー状態量に基づいてバッテリー状態を判断するバッテリー状態判断手段と、前記トルク制御手段のトルク制御の応答速度を、前記バッテリー状態判断手段が判断するバッテリー状態に対応して変化させるトルク制御応答速度調整手段とを備えたものである。

【0008】請求項1の発明の電気自動車制御装置によれば、通常走行状態では、アクセル開度と車速（モータ回転数に対応している）とに応じてモータの最大出力トルクを演算し、モータの出力トルクをこの最大出力トルクに一致するようにモータを駆動制御する。そしてアクセルの踏み込み、緩めに応じて変化する最大出力トルクに対応してモータの出力トルクを変化させるトルク制御の応答速度は規定値にしておく。

【0009】しかしながらいま、例えば、バッテリー出力密度、バッテリー残存容量あるいはバッテリー電圧が基準値

以下に低下し、あるいはバッテリー温度が基準値以上に上昇するなど、バッテリー状態量が基準よりも大きく変化したときには可能出力電力が制限される。そこで、バッテリー状態判断手段にこの変化を判断させ、そのバッテリー状態量の基準以上の変化に対応して、トルク制御応答速度調整手段がトルク指令に対するトルク制御の応答速度を遅らせる調整を行う。

【0010】これによってバッテリー放電が進み、バッテリー状態量が変化して可能出力電力が所定値以上に大きな制限を受ける状態に達すれば、発進のためにアクセルを踏込んででもそれまでのように応答性良く加速しなくして、バッテリーの再充電時期が近づいていることを発進加速の鈍りによってドライバに体感させることができるようになる。

【0011】請求項2の発明は、請求項1の電気自動車制御装置において、前記トルク制御応答速度調整手段が、前記アクセル開度が増加した時に前記トルク制御の応答速度を遅くし、前記アクセル開度が減少した時に前記トルク制御の応答速度を所定値のままにするものである。

【0012】請求項2の発明の電気自動車制御装置によれば、ドライバがあるアクセル開度まで踏み込む場合にはそれまでのような加速性能が得られないことでバッテリーの可能出力電力が低下していることを容易に体感させ、逆にあるアクセル開度から速度を落とすためにアクセルを緩める時にはそれまでと同じく速い応答性が維持されて違和感を持たせることがなく、操作性を損うことなくして、バッテリーの再充電時期の到来を操作感の変化から体感させることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳説する。本発明の電気自動車制御装置は車載のマイクロコンピュータによって実行されるソフトウェアプログラムによって実現されるが、機能構成について示すと図1のようになる。

【0014】この実施の形態の電気自動車制御装置は、外部から入力信号を与える要素として、モータの出力軸に取付けられてモータの回転数を検出する回転数センサのようなモータ回転数検出手段(RMD)1、アクセルペダルの踏み込み量からアクセル開度を検出するアクセル開度検出手段(ACD)2、シフトレバーのシフト位置を検出するシフト位置検出手段(SHD)3、ブレーキペダルの踏み込み量を検出するブレーキ操作量検出手段(BKD)4を備えている。外部からの入力信号を与える要素としてさらに、バッテリー状態量としてのバッテリー電圧を検出するバッテリー電圧検出手段(VBD)5、バッテリー電流を検出するバッテリー電流検出手段(CBD)6及びバッテリー温度を検出するバッテリー温度検出手段(TBD)7を備えている。またインバータの冷却油の温度を検出するインバータ温度検出手段(TID)8、モータの冷却油の温度

を検出するモータ温度検出手段(TMD)9を備えている。

【0015】マイクロコンピュータ内の構成要素としては、モータ回転数検出手段(RMD)1から入力されるモータ回転数検出信号に基づいてモータ回転数Nを算出するモータ回転数演算手段(RMA)11、アクセル開度検出手段(ACD)2からのアクセル開度検出信号に基づいてアクセル開度ACOを算出するアクセル開度演算手段(ACA)12、シフト位置検出手段(SHD)3からのシフト位置検出信号に基づいてシフトレンジSFを判定するシフト位置判定手段(SHA)13、ブレーキ操作量検出手段(BKD)4からのブレーキ操作量検出信号に基づいてブレーキ操作量BKを算出するブレーキ操作量演算手段(BKA)14を備えている。

【0016】またバッテリー状態量であるバッテリー電圧検出手段(VBD)5からのバッテリー電圧検出信号に基づいてバッテリー電圧VBを算出するバッテリー電圧演算手段(VBA)15、バッテリー電流検出手段(CBD)6からのバッテリー電流検出信号に基づいてバッテリー電流CBを算出するバッテリー電流演算手段(CBA)16及びバッテリー温度検出手段(TBD)7からのバッテリー温度検出信号に基づいてバッテリー温度TBを算出するバッテリー温度演算手段(TBA)17を備えており、さらに、インバータ温度検出手段(TID)8からのインバータ温度検出信号に基づいてインバータ温度TIを算出するインバータ温度演算手段(TIA)18、モータ温度検出手段(TMD)9からのモータ温度検出信号に基づいてモータ温度TMを算出するモータ温度演算手段(TMA)19を備えている。

【0017】マイクロコンピュータ内の構成要素としてさらに、モータ回転数演算手段(RMA)11からのモータ回転数Nとアクセル開度演算手段(ACA)12からのアクセル開度ACOとシフト位置判定手段(SHA)13からのシフトレンジSFとに基づいて、前後進切替などの走行モードMDを判断する走行モード判定手段(TMJD)21、この走行モード判定手段(TMJD)21からの走行モードMDと、モータ回転数Nとアクセル開度ACOとに基づいて、内蔵する図7(a)、(b)に示す特性グラフを参照して、後述する基本最大トルク指令値BTMAX、基本最小トルク指令値BTMINに対する比率ACOTを求めるトルク指令値計算用アクセル開度演算手段(TRACA)22、走行モードMDとモータ回転数Nとに基づいて、内蔵する図8の特性グラフを参照して基本最大トルク指令値BTMAXを算出する基本最大トルク指令値演算手段(BTAXA)23、走行モードMDとモータ回転数Nとに基づいて、内蔵する図9の特性グラフを参照して基本最小トルク指令値BTMINを算出する基本最小トルク指令値演算手段(BTINA)24を備えている。

【0018】また、バッテリー状態量としてのバッテリー電圧演算手段(VBA)15からのバッテリー電圧VBとバッテリー電流演算手段(CBA)16からのバッテリー電流CBとバッ

テリ温度演算手段(TBA)17からのバッテリー温度TBとを入力し、これらに基づき、バッテリーとして現在のバッテリー状態で自動車の駆動力を発生させるモータ及びインバータに供給できる電力の100%時に対する比率PXLを算出する力行最大パワー用制限係数演算手段(PPAXL)25、同じようにバッテリー電圧VBとバッテリー電流CBとバッテリー温度TBとに基づき、バッテリーとしてモータ及びインバータから受入れることができる回生電力の100%に対する比率GXLを算出する回生最大パワー用制限係数演算手段(RGPAXL)26を備えている。

【0019】またさらに、インバータ温度演算手段18からのインバータ温度TIとモータ温度演算手段19からのモータ温度TMとに基づいて、モータ及びインバータとして可能な力行トルク値の100%時に対する比率PTXLを算出する力行最大トルク用制限係数演算手段(PTAXL)27、同じようにインバータ温度TIとモータ温度TMとに基づいて、モータ及びインバータとして可能な回生トルク値の100%時に対する比率GTXLを算出する回生最大トルク用制限係数演算手段(RGTAXL)28を備えている。

【0020】また各制限係数演算手段25~28それぞれが算出する制限係数PXL, GXL, PTXL, GTXLに対して、これらの減少に対して制限を加えないが、これらの増加に対して単位時間当りの変化量を規制し、急激な増加(回復)に対しても緩やかに変化させるための制限係数変化規制手段(PPL, RGPL, PTL, RGTL)29~32を備えている。ここで制限係数変化規制手段(PPL, RGPL, PTL, RGTL)29~32それぞれから出力される制限係数をそれぞれPXL', GXL', PTXL', GTXL'とする。

【0021】加えて、基本最大トルク指令値演算手段(BTAXA)23からの基本最大トルク指令値BTMAXに対して、制限係数変化規制手段(PPL, RGPL, PTL, RGTL)29~32それぞれによって規制を受けた制限係数PXL', GXL', PTXL', GTXL'のうちから適切な組み合わせを選択し、それらに基づいて最大トルク指令値TRMAXを算出する最大トルク指令値演算手段(TRAXA)33、基本最小トルク指令値演算手段(BTINA)24からの基本最小トルク指令値BTMINに対して、同じく制限係数PXL', GXL', PTXL', GTXL'のうちから適切な組み合わせを選択し、それらに基づいて最小トルク指令値TRMINを算出する最小トルク指令値演算手段(TRINA)34、前述のトルク指令値計算用アクセル開度演算手段(TRACA)22からのトルク指令値計算用アクセル開度ACOTとこれらの最大トルク指令値演算手段(TRAXA)33からの最大トルク指令値TRMAXと最小トルク指令値演算手段(TRINA)34からの最小トルク指令値TRMINとに基づいて基本トルク指令値Tを算出する基本トルク指令値演算手段(BTRA)35を備えている。

【0022】さらに加えて、基本最大トルク指令値演算

手段(BTAXA)23からの基本最大トルク指令値BTMAXと最大トルク指令値演算手段(TRAXA)33からの最大トルク指令値TRMAXとの比率MAXR(0~100%)を算出する最大トルク指令値制限率演算手段(LMTAX)36、この最大トルク指令値制限率MAXRに応じて基本トルク指令値Tの増加、減少に対する変化幅許容値TDMAX, TUMAXを算出する基本トルク指令値変化幅制限許容値演算手段(LBTRA)37、前述の基本トルク指令値演算手段(BTRA)35からの基本トルク指令値Tと走行モード判定手段(TMJD)21からの走行モードMDと前述の基本トルク指令値の増加、減少に対する変化幅許容値TDMAX, TUMAXとに基づいて基本トルク指令値Tの増加、減少それぞれに対して、単位時間当りの変化量を規制する基本トルク指令値変化幅規制手段(RLM)38、この基本トルク指令値変化幅規制手段(RLM)38によって単位時間当りの変化幅規制を受けた基本トルク指令値THに対して走行モードMDに応じて符号を変換し、最終的なトルク指令値TRとして図示していないインバータ及びモータの制御部に出力するトルク指令値出力手段(TRO)39を備えている。

【0023】次に、上記構成の電気自動車制御装置の動作について説明する。通常、電気自動車を運転する際、停止状態でブレーキペダルを離し、アクセルペダルを踏込むことによって発進させ、所望の速度になればその速度が維持されるようにある程度アクセルペダルを踏込んだ状態でその位置からさらに踏込んだり緩めたりして加減する。そして加速が必要になればアクセルペダルをさらに深く踏込み、逆に減速が必要であればアクセルペダルを緩める操作を行う。

【0024】本発明ではバッテリー状態量、例えば、バッテリー電圧や電流が低下しあるいはバッテリー温度が上昇して来たときには、このようなアクセルペダルの踏込み操作時の加速応答性をそれまでよりも遅くすることによってバッテリーの再充電を必要とする時期が近づいてきたことをドライバが体感する操作感から認識させるように制御する。

【0025】この制御方式について説明すると、次のようになる。図1の機能ブロック図、図2~図4のフローチャートに示すように、初期設定後(ステップS1)、外部からの入力として、モータ回転数検出手段(RMD)1からモータ回転数、アクセル開度検出手段(ACD)2からアクセルペダルの踏込み量、シフト位置検出手段(SHD)3からシフトレバーのシフト位置、ブレーキ操作量検出手段(BKD)4からブレーキペダルの踏込み量、バッテリー電圧検出手段(VBD)5からバッテリー電圧、バッテリー電流検出手段(CBD)6からバッテリー電流、バッテリー温度検出手段(TBD)7からバッテリー温度、インバータ温度検出手段(TID)8からインバータ温度、モータ温度検出手段(TMD)9からモータ温度それぞれの検出信号が与えられる(ステップS2)。

【0026】そしてモータ回転数演算手段(RMA)11はモータ回転数検出信号に基づいてモータ回転数 N を算出し(ステップS3)、アクセル開度演算手段(ACA)12はアクセル開度検出信号に基づいてアクセル開度 $AC0$ を算出し(ステップS4)、シフト位置判定手段(SHA)13はシフト位置検出信号に基づいてシフトレンジSFを判定し(ステップS5)、ブレーキ操作量演算手段(BKA)14はブレーキ操作量検出信号に基づいてブレーキ操作量 BK を算出する(ステップS6)。

【0027】また外部から与えられるバッテリー状態量であるバッテリー電圧検出信号、バッテリー電流検出信号、バッテリー温度検出信号それぞれに基づいて、バッテリー電圧演算手段(VBA)15はバッテリー電圧 VB を算出し、バッテリー電流演算手段(CBA)16はバッテリー電流 CB を算出し、バッテリー温度演算手段(TBA)17はバッテリー温度 TB を算出する(ステップS7)。さらに、インバータ温度演算手段(TIA)18はインバータ温度検出信号に基づいてインバータ温度 TI を算出し(ステップS8)、モータ温度演算手段(TMA)19はモータ温度検出信号に基づいてモータ温度 TM を算出する(ステップS9)。そして走行モード判定手段(TMJD)21はモータ回転数 N とアクセル開度 ACO とシフトレンジ SF とに基づいて、前後進切替などの走行モード MD を判断して出力する(ステップS10)。

【0028】トルク指令値計算用アクセル開度演算手段(TRACA)22はこの走行モード判定手段(TMJD)21からの前進モード(Dレンジ)、後進モード(Rレンジ)の走行モード MD とモータ回転数 N と実アクセル開度 ACO とに基づき、図7(a)、(b)に示す特性グラフを参照して基本最大トルク指令値 $BTMAX$ 若しくは基本最小トルク指令値 $BTMIN$ に対する比率、つまりトルク指令値計算用アクセル開度 $ACOT$ を求める(ステップS11)。また基本最大トルク指令値演算手段(BTAXA)23は、走行モード MD とモータ回転数 N とに基づいて、内蔵する図8の特性グラフを参照して基本最大トルク指令値 $BTMAX$ を算出し(ステップS12)、基本最小トルク指令値演算手段(BTINA)24は走行モード MD とモータ回転数 N とに基づいて、内蔵する図9の特性グラフを参照して基本最小トルク指令値 $BTMIN$ を算出する(ステップS13)。

【0029】一方、力行最大パワー用制限係数演算手段(PPAXL)25は、バッテリー電圧 VB 、バッテリー電流 CB 、バッテリー温度 TB などのバッテリー状態量を基本にして、バッテリーとして現在のバッテリー状態で自動車の駆動力を発生させるモータ及びインバータに供給できる電力の100%時に対する比率 PXL を算出し(ステップS14)、制限係数変化規制手段(PPL)29はこの制限係数 PXL の時間的な変化傾向を見て、減少傾向(つまり、制限を強化する傾向)にあれば規制をしないが、増加傾向(つまり、制限を緩和する傾向)にあれば制限係数 PXL の制

御サイクル当りの時間的な変化を規制した規制制限係数 PXL' を生成し、急な増加(つまり、回復)に対して緩やかに応答させ、後述するようにドライバの操作感に違和感を与えないようにする(ステップS15)。

【0030】同じように回生最大パワー用制限係数演算手段(RGPAXL)26は、バッテリー電圧 VB 、バッテリー電流 CB 、バッテリー温度 TB などのバッテリー状態量を基本にして、バッテリーとしてモータ及びインバータから受入れることができる回生電力の100%に対する比率 GXL を算出し(ステップS16)、制限係数変化規制手段(RGPL)30はこの制限係数 GXL の時間的な変化傾向を見て、増加傾向にあれば制限係数 GXL の制御サイクル当りの時間的な変化を規制する規制制限係数 GXL' を生成して出力する(ステップS17)。

【0031】また、力行最大トルク用制限係数演算手段(PTAXL)27はインバータ温度 TI とモータ温度 TM を基本にして、モータ及びインバータとして可能な力行トルク値の100%時に対する比率 $PTXL$ を算出し(ステップS18)、制限係数変化規制手段(PTL)31はこの制限係数 $PTXL$ の時間的な変化傾向を見て、減少傾向(つまり、制限を強化する傾向)にあれば規制をしないが、増加傾向(つまり、制限を緩和する傾向)にあれば制限係数 $PTXL$ の制御サイクル当りの時間的な変化を規制する規制制限係数 $PTXL'$ を生成し、急な増加(つまり、回復)に対して緩やかに応答させるようにする(ステップS19)。

【0032】同じように、回生最大トルク用制限係数演算手段(RGTAXL)28はインバータ温度 TI とモータ温度 TM とに基づいて、モータ及びインバータとして可能な回生トルク値の100%時に対する比率 $GTXL$ を算出し(ステップS20)、制限係数変化規制手段(RGTL)32はこの制限係数 $GTXL$ の時間的な変化傾向を見て、増加傾向にあれば制限係数 $GTXL$ の制御サイクル当りの時間的な変化を規制する規制制限係数 $GTXL'$ を生成して出力する(ステップS21)。

【0033】この制限係数の時間変化量の規制について図5のフローチャートに基づいて、さらに説明する。いま規制前の制限係数 RXL 、 GXL 、 $PTXL$ 、 $GTXL$ を Kn とし、規制後の制限係数 RXL' 、 GXL' 、 $PTXL'$ 、 $GTXL'$ を Ko とし、あらかじめ設定されている増加量許容値を $Kmax$ として一般的に説明すると、制限係数変化規制手段(PPL, RGPL, PTL, RGTL)29~32それぞれにおいて、規制前制限係数 Kn と規制後制限係数 Ko とを比較し(ステップS31)、制限係数 Kn が減少する傾向、つまりより強い制限を行う方向に変化していれば制限係数 Kn の単位時間当りの変化量を規制せず、規制後制限係数 $Ko=Kn$ とする(ステップS34)。

【0034】また制限係数 Kn が増加する傾向、つまり制限を緩和する方向に変化していても、1回の制御サイクル中に変化した制限係数の大きさ($=Kn-Ko$)を増加量

許容値 K_{max} と比較し(ステップS32)、増加量許容範囲内であれば新たに与えられた制限係数 K_n をそのまま用いるべく、規制後制限係数 $K_o=K_n$ とする(ステップS34)。

【0035】しかしながら、制限係数 K_n が増加する傾向、つまり制限を緩和する方向に変化していて、1回の制御サイクル中に変化した制限係数の緩和の幅($=K_n-K_o$)が増加量許容値 K_{max} と比較して大きい場合(ステップS32)、制限係数の変化規制を行うために、前回の制御サイクルの制限係数 K_o に対して増加量許容値 K_{max} を加えた値までしか今回の制御サイクルにおける制限係数 K_o を増加させないように規制する。つまり、 $K_o=K_o+K_{max}$ とするのである(ステップS33)。

【0036】これによって、図10に示すように、例えばインバータ温度 T_I の高低変化により許容最大出力が制限を受ける場合、タイミング $t_0 \sim t_1$ の間の温度上昇の間はバッテリーの許容最大出力がより強く制限を受ける方向であるために温度上昇に応じてリニアに許容最大出力の制限を行う。ところが、タイミング $t_2 \sim t_3$ のようにインバータ温度 T_I が急激に低下し、許容最大出力の制限係数 K_n も急激に緩和されることになる。しかしながら、許容最大出力の制限が急激に緩和されるとすると、一定のアクセル踏み量において許容最大出力の制限が緩和されたと同時に加速されることになり、ドライバの操作感に違和感を呼び起すことになる。そこで、このような場合にはタイミング $t_2 \sim t_4$ に示すように許容最大出力の制限緩和幅を K_{max} までとする規制をかけ、ドライバの操作感に及す違和感を少なくするのである。同じことは、バッテリー状態量やモータ温度など、バッテリーの許容最大出力に制限をかけるパラメータ各々について適用することができる。

【0037】図2～図4のフローチャートに戻って、次に、最大トルク指令値演算手段(TRA)33が、図8に示した特性グラフにおいて基本最大トルク指令値 BT_{MAX} の存在する象限に応じて、制限係数変化規制手段(PLL, RGPL, PTL, RGTL)29～32からの規制制限係数 PXL' , GXL' , $PTXL'$, $GTXL'$ のうちから適切な組み合わせを選択し、各々の制限係数に対応した2つのトルク指令値(パワー用制限係数の場合にはパワーを計算してトルクに換算する)を計算し、これらの2つのトルク指令値と最大トルク指令値 TR_{MAX} とのうちでもっともON・mに近い値を最大トルク指令値 TR_{MAX} とする演算を行う(ステップS22)。また最小トルク指令値演算手段(TRINA)34が、図9に示した特性グラフにおいて基本最小トルク指令値 BT_{MIN} の存在する象限に応じて、規制を受けた制限係数 PXL' , GXL' , $PTXL'$, $GTXL'$ のうちから適切な組み合わせを選択し、各々の制限係数に対応した2つのトルク指令値を計算し、これらの2つのトルク指令値と最小トルク指令値 TR_{MIN} とのうちでもっともON・mに近い値を最小トルク指令値 TR_{MIN} とする演算

を行い(ステップS23)、さらに、基本トルク指令値演算手段(BTRA)35が、トルク指令値計算用アクセル開度演算手段(TRACA)22からのトルク指令値計算用アクセル開度 $ACOT$ とこれらの最大トルク指令値 TR_{MAX} と最小トルク指令値 TR_{MIN} とに基づいて基本トルク指令値 T を算出する(ステップS24)。

【0038】続いて、最大トルク指令値制限率演算手段(LMTAX)36が基本最大トルク指令値 BT_{MAX} と最大トルク指令値 TR_{MAX} との比率を最大トルク指令値制限率 $MAXR$ (0～100%)として算出し(ステップS25)、さらに基本トルク指令値変化幅制限許容値演算手段(LBTRA)37がこの最大トルク指令値制限率 $MAXR$ に応じて基本トルク指令値 T の増加、減少に対する変化幅許容値 TD_{MAX} , TU_{MAX} を算出する(ステップS26)。そして基本トルク指令値変化幅規制手段(RLM)38が、基本トルク指令値演算手段(BTRA)35からの基本トルク指令値 T と走行モード判定手段(TMJD)21からの走行モード MD とステップ26で得た基本トルク指令値変化幅許容値 TD_{MAX} , TU_{MAX} とに基づいて、基本トルク指令値演算手段35からの基本トルク指令値 T の増加、減少それぞれに対して、単位時間当りの変化量を規制する(ステップS27)。

【0039】そしてトルク指令値出力手段(TRO)39は、基本トルク指令値変化幅規制手段(RLM)38によって単位時間当りの変化幅規制を受けた基本トルク指令値 TH に対して走行モード MD に応じて符号を変換し、最終的なトルク指令値 TR として図示していないインバータ及びモータの制御部に出力し、モータのトルク、回転速度を制御する(ステップS28)。

【0040】基本トルク指令値変化幅規制手段38によるステップS27の基本トルク指令値変化幅規制について、図6にフローチャートに基づいて詳しく説明する。まず走行モード MD を判定し、前進(Dレンジ)であれば規制後基本トルク指令値 TH の符号はそのままにし(ステップS41)、後進(Rレンジ)であれば規制後基本トルク指令値 TH の符号を反転($TH=-TH$)させる(ステップS42)。そして新たに入力される規制前基本トルク指令値 T と前回の制御サイクルで規制処理された規制後基本トルク指令値 TH とを比較する(ステップS43)。

【0041】新たに入力された基本トルク指令値 T が前回 TH よりも増加していれば、その増加幅が増加量許容値 TU_{MAX} よりも大きいかどうか判断し(ステップS44)、許容値を超過していれば基本トルク指令値の増加量を許容値 TU_{MAX} の範囲に抑える処理($TH=TH+TU_{MAX}$)を行う(ステップS45)。しかしながら基本トルク指令値 T の前回からの増加量が許容値 TU_{MAX} を超えていなければ、新たに入力された基本トルク指令値 T を今回の制御サイクルにおける基本トルク指令値 TH として出力する(ステップS46)。

【0042】逆にステップS43の比較において、後進モードであるために、新たに入力された基本トルク指令値 T が前回値 TH よりも減少していれば、その減少幅が減少量許容値 $TDMAX$ を超過しているかどうか判断し(ステップS47)、許容値を超過していれば基本トルク指令値の減少量を許容値 $TDMAX$ の範囲に抑える処理($TH = |TH - TDMAX|$)を行う(ステップS48)。しかしながら基本トルク指令値 T の前回からの減少量が許容値 $TDMAX$ を超えていなければ、新たに入力された基本トルク指令値 T の絶対値 $|T|$ を今回の制御サイクルにおける基本トルク指令値 TH として出力する(ステップS49)。

【0043】こうして行われる基本トルク指令値の変化量の規制処理は、特にバッテリー状態量である電圧 VB や電流 CB が放電のために低下し、あるいはバッテリー温度 TB が上昇して出力パワー制限が必要な状態になった場合に、停止状態からアクセルペダルを踏込んで発進加速するとき、それまでのアクセル操作で得られていた加速性能が同じ踏み量だけアクセルペダルを踏込んで出せないように規制し、ゆっくりとしか発進加速できないようにしてドライバにバッテリー性能が低下しているために再充電の時期が近づいていることを発進時の操作感から体感させるのである。

【0044】この理由は次による。すなわち、インバータ温度やモータ温度によって受けるトルク制限曲線は図11に示すようなものであり、最大出力トルクに対してモータの低回転数の領域からトルク制限を受けるので制限を受ける前と同じ踏み量だけアクセルペダルを踏込んで同じ加速性能が得られず、トルク制限を受けていることを発進の最初から容易に体感できる。これに対して、バッテリー状態量に基づく出力トルク制限は、図12に示すように最大トルク曲線、最小トルク曲線が与えられているときに、トルク制限曲線A(50%制限)、B(25%制限)というように設定されるために、従来であれば、発進時の低回転領域Cではこれらの制限曲線に触れることがなく、したがって、出力トルク制限を受ける前と同じ加速性能が得られるためにドライバには発進時に出力トルク制限を受けていることが体感されない。そして、ある程度まで加速され、モータ回転数が上がった後になって制限曲線にかかるようになり、アクセル踏み量を制限を受ける前と同じにしても、同じ加速性能が得られなくなり、その時点ではじめて出力トルク制限を受けていることを認識するようになり、操作感の変化により出力トルク制限を受けていることを体感できるタイミングが遅くなっていた。

【0045】これに対して、上述したようにバッテリー状態量に基づく基本トルク指令値の変化量の規制処理を行うことにより、図13に示すように、停止状態からアクセルペダルを踏込んで発進加速するとき、 $t00 \sim t01$ の間にアクセル開度が基準開度まで踏込まれるとして、あるトルク制限 $a\%$ (例えば、50%に設定することが

できる)がかけられるまではトルク制限を受けない100%の時に同じレートでトルク指令を変化させ、 $t00 \sim t02$ の時間でアクセル開度 α に対応したトルク指令値 β に達するが、 $a\%$ を下回るようなトルク制限を受けるようになると、それまでのアクセル操作で得られていた加速性能が同じ踏み量だけアクセルペダルを踏込んで出せないように規制するために $t00 \sim t03$ の時間でトルク指令値 β に到達するゆっくりとした加速を行うようにして、ドライバにバッテリー性能が低下しているために再充電の時期が近づいていることを発進時の操作感から体感させるのである。

【0046】なお、トルク制限が行われていても減速性能は元のまま維持するために、アクセルを基準開度 α から戻す場合にはトルク指令値を規制しない。また、上記の実施の形態における種々の設定値は車種ごとに実験によってふさわしい値に決定することができるものであり、特に限定されない。

【0047】また本発明の第2の実施の形態として、図1の機能ブロック図において、制限係数変化規制手段(PPL, RGPL, PTL, RGTL)29~32については、必要に応じて採用することができる機能であり、構成をシンプルなものとするためにこれらを省略してもよい。そしてその場合には、力行最大パワー用制限係数演算手段(PPAXL)25からの力行最大パワー用制限係数 RXL 、回生最大パワー用制限係数演算手段(RGPAXL)からの回生最大パワー用制限係数 GXL 、力行最大トルク用制限係数演算手段(PTAXL)27からの力行最大トルク用制限係数 $PTXL$ 、回生最大トルク用制限係数演算手段(RGTAXL)28からの回生最大トルク用制限係数 $GTXL$ がそれぞれ最大トルク指令値演算手段(TRAXA)33、最小トルク指令値演算手段(TRINA)34それぞれに入力されるようにする。

【0048】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、通常走行状態では、アクセル開度と車速とに応じてモータの最大出力トルクを演算し、モータの出力トルクをこの最大出力トルクに一致するようにモータを駆動制御し、アクセルの踏み、緩めに応じて変化する最大出力トルクに対応してモータの出力トルクを変化させるトルク制御の応答速度は規定値にしておくが、バッテリー状態量が基準よりも大きく変化したために可能出力電力が制限されたときには、アクセル開度を増加させるときにそれに対応して増加するトルク指令の時間的な変化量を規制することによってトルク制御の応答速度を遅らせる調整を行うようにしているので、発進のためにアクセルを踏込んだときの加速性能の鈍りからドライバにバッテリーの再充電時期が近づいていることを体感させることができるようになる。

【0049】請求項2の発明の電気自動車制御装置によれば、ドライバがあるアクセル開度まで踏込む場合には

それまでのような加速性能が得られないことでバッテリーの可能出力電力が低下していることを容易に体感し、逆にあるアクセル開度から速度を落すためにアクセルを緩める時にはそれまでと同じく速い応答性が維持されて違和感を持つことがなく、操作性を損うことがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1つの実施の形態の機能ブロック図。

【図2】上記の実施の形態におけるトルク指令値の演算処理の前半部のフローチャート。

【図3】上記の実施の形態におけるトルク指令値の演算処理の中間部のフローチャート。

【図4】上記の実施の形態におけるトルク指令値の演算処理の後半部のフローチャート。

【図5】上記の実施の形態における制限係数変化規制処理のフローチャート。

【図6】上記の実施の形態における基本トルク指令値変化幅規制処理のフローチャート。

【図7】上記の実施の形態においてトルク指令値計算用アクセル開度演算手段(TRACA)が用いる特性グラフ。

【図8】上記の実施の形態において基本最大トルク指令値演算手段(BTAXA)が用いる特性グラフ。

【図9】上記の実施の形態において基本最小トルク指令値演算手段(BTINA)が用いる特性グラフ。

【図10】上記の実施の形態において制限係数変化規制手段による制限係数変化規制を示すタイミングチャート。

【図11】一般的な電気自動車のモータ、インバータ温度によるトルク制限曲線を示すグラフ。

【図12】一般的な電気自動車のバッテリー状態量によるトルク制限曲線を示すグラフ。

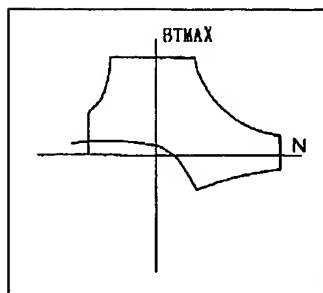
【図13】上記の実施の形態において基本トルク指令値変化幅規制手段(RLM)による基本トルク指令値変化幅規制を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

- 1 モータ回転数検出手段(RMD)
- 2 アクセル開度検出手段(ACD)

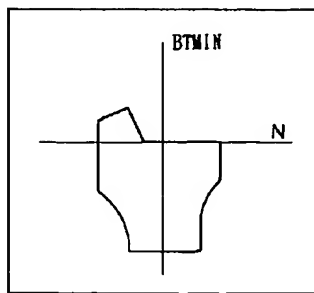
- 3 シフト位置検出手段(SHD)
- 4 ブレーキ操作量検出手段(BKD)
- 5 バッテリ電圧検出手段(VBD)
- 6 バッテリ電流検出手段(CBD)
- 7 バッテリ温度検出手段(TBD)
- 8 インバータ温度検出手段(TID)
- 9 モータ温度検出手段(TMD)
- 11 モータ回転数演算手段(RMA)
- 12 アクセル開度演算手段(ACA)
- 13 シフト位置判定手段(SHA)
- 14 ブレーキ操作量演算手段(BKA)
- 15 バッテリ電圧演算手段(VBA)
- 16 バッテリ電流演算手段(CBA)
- 17 バッテリ温度演算手段(TBA)
- 18 インバータ温度演算手段(TIA)
- 19 モータ温度演算手段(TMA)
- 21 走行モード判定手段(TMJD)
- 22 トルク指令値計算用アクセル開度演算手段(TRACTA)
- 23 基本最小トルク指令値演算手段(BTINA)
- 25 力行最大パワー用制限係数演算手段(PPAXL)
- 26 回生最大パワー用制限係数演算手段(RGPAXL)
- 27 力行最大トルク用制限係数演算手段(PTAXL)
- 28 回生最大トルク用制限係数演算手段(RGTAXL)
- 29 制限係数変化規制手段(PPL)
- 30 制限係数変化規制手段(RGPL)
- 31 制限係数変化規制手段(PTL)
- 32 制限係数変化規制手段(RGTL)
- 33 最大トルク指令値演算手段(TRAXA)
- 34 最小トルク指令値演算手段(TRINA)
- 35 基本トルク指令値演算手段(BTRA)
- 36 基本トルク指令値変化幅制限許容値演算手段(LBTRA)
- 38 基本トルク指令値変化幅規制手段(RLM)
- 39 トルク指令値出力手段(TRO)

【図8】



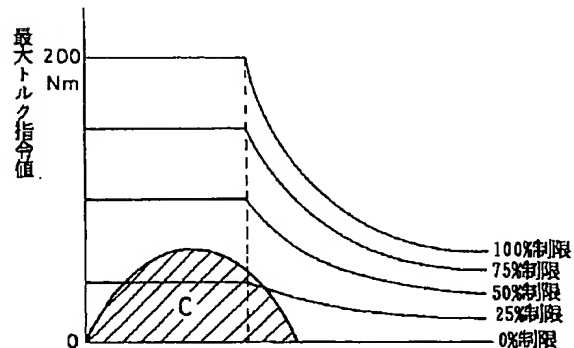
(Dveta)

【図9】

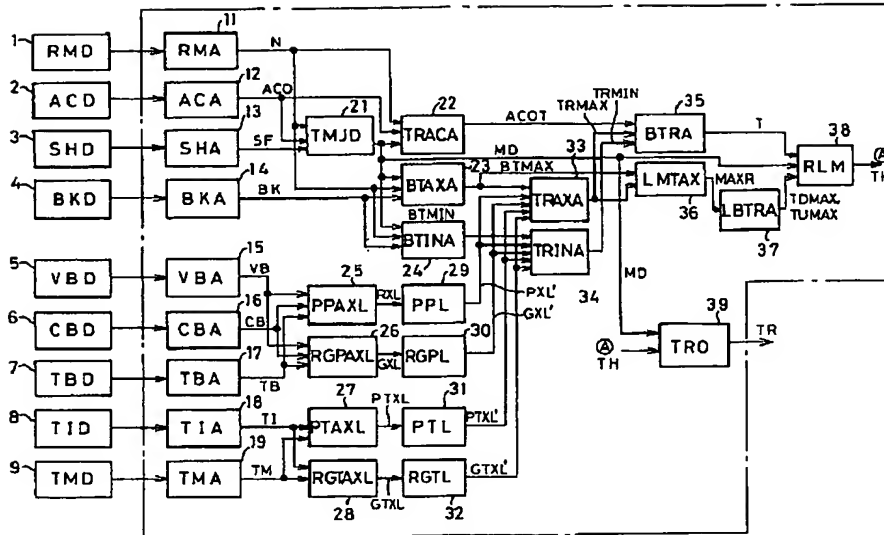


(Rveta)

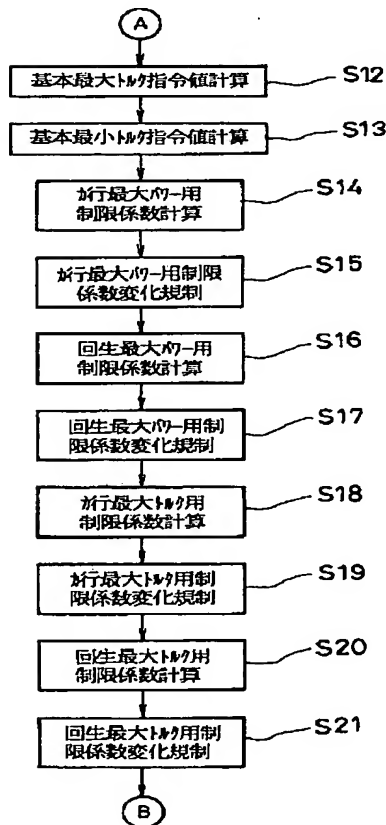
【図11】



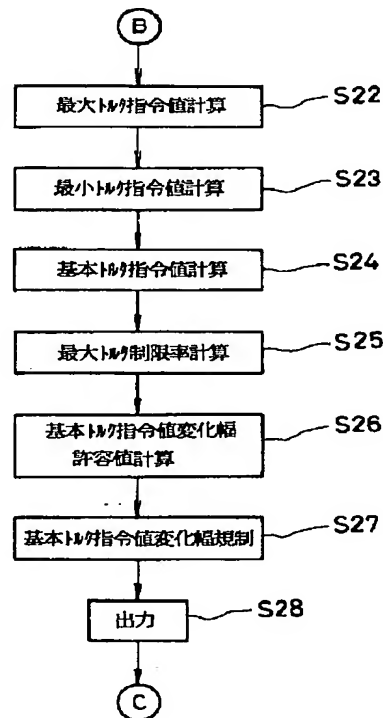
【図1】



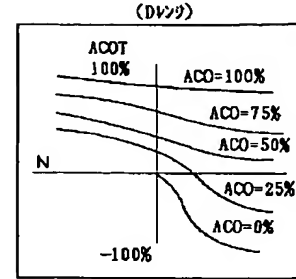
【図3】



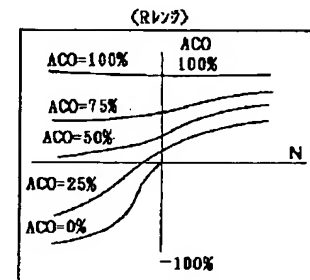
【図4】



【図7】

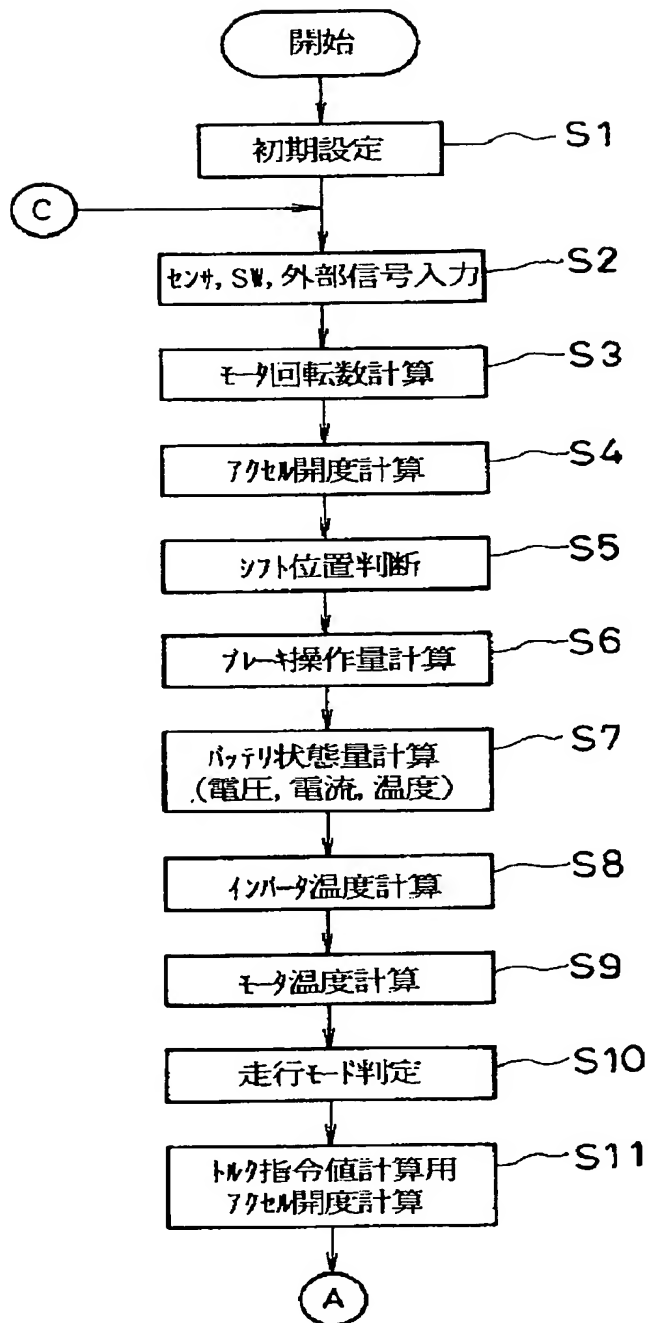


(a)

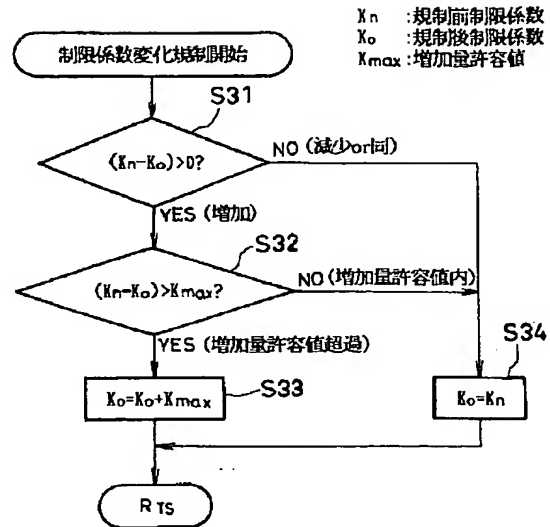


(b)

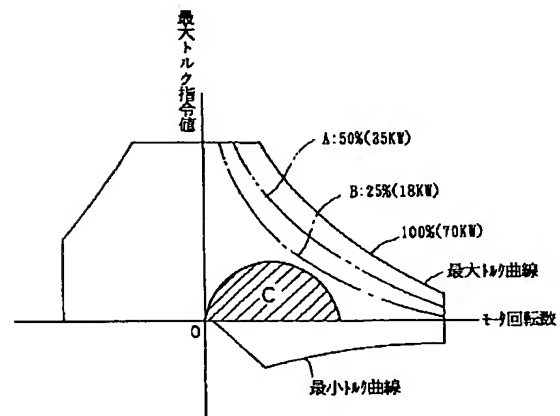
【図2】



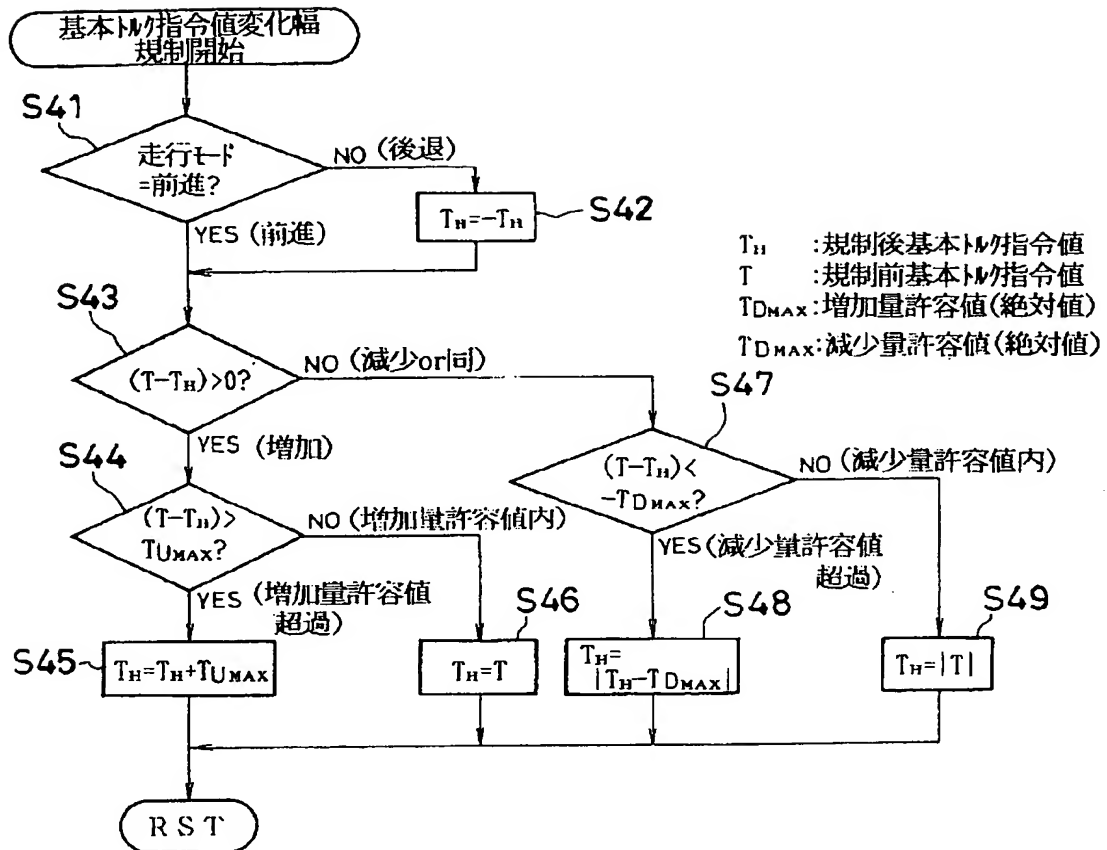
【図5】



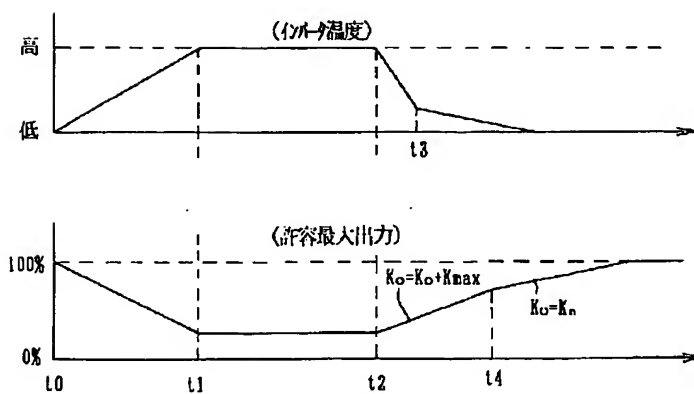
【図12】



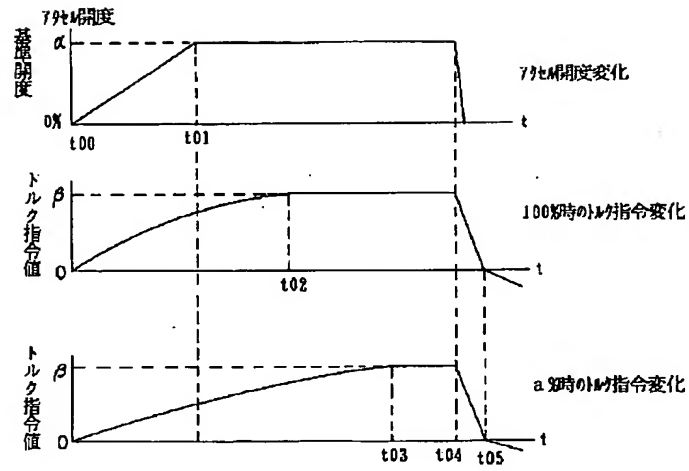
【図6】



【図10】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶
H02P 5/41

識別記号
302

庁内整理番号

FI
H02P 5/41

技術表示箇所

302Q